

RICARDO ANSALONI DE OLIVEIRA

VALIDAÇÃO DO MONITOR DE ATIVIDADE FÍSICA TRACKHEALTH

Uberaba

2019

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

Ricardo Ansaloni de Oliveira

VALIDAÇÃO DO MONITOR DE ATIVIDADE FÍSICA TRACKHEALTH

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação Física, área de concentração "Esporte e Exercício" (Linha de Pesquisa: Esporte, Condições de Vida e Saúde), da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, como requisito parcial para obtenção do título de mestre.

Uberaba

2019

**Catálogo na fonte: Biblioteca da Universidade Federal do
Triângulo Mineiro**

O45v Oliveira, Ricardo Ansaloni de
Validação do monitor de atividade física TrackHealth / Ricardo
Ansaloni de Oliveira . -- 2019.
49 f. : il., graf., tab.

Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade
Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, 2019
Orientador: Prof. Dr. Jair Sindra Virtuoso Junior

1. Acelerometria. 2. Exercícios físicos. 3. Instrumentos de me-
dição. 4. Curadoria de dados. 5. Adultos. I. Virtuoso Junior, Jair
Sindra. II. Universidade Federal do Triângulo Mineiro. III. Título.

CDU 531.768

Ricardo Ansaloni de Oliveira

VALIDAÇÃO DO MONITOR DE ATIVIDADE FÍSICA TRACKHEALTH

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação Física, área de concentração "Esporte e Exercício" (Linha de Pesquisa: Esporte, Condições de Vida e Saúde), da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, como requisito parcial para obtenção do título de mestre.

Aprovada em 09 de agosto de 2019

Banca Examinadora:

Dr. Jair Sindra Virtuoso Júnior – Orientador
UFTM

Dr. Jeffer Eidi Sasaki
UFTM

Dr. Paulo Roberto dos Santos Amorim
UFV

“Conheça todas as teorias, domine todas as técnicas, mas
ao tocar uma alma humana seja apenas outra alma humana”

(Carl Gustav Jung)

AGRADECIMENTO

Primeiramente a essa força que ilumina a todos nos bons e maus momentos e que nos enche de esperança a cada novo dia, à minha família, em especial minha mãe Marta Ansaloni e meu irmão Rodrigo Ansaloni, por serem a estrutura que sustenta minha vida; à minha esposa Lívia Ansaloni, esse ser iluminado que me deu tanto suporte emocional, que foi uma companheira tão presente em minhas conquistas e que me ensinou que nada nesse mundo é impossível se você realmente quiser; ao meu filho amado Bernardo Ansaloni que me inspira e me torna um ser humano cada vez melhor.

Ao meu colega professor Carlos Roberto que tanto me incentivou a entrar no mestrado em educação física da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, ao meu orientador prof. Dr. Jair Sindra Virtuoso Jr., aos meus colegas que se tornaram grandes amigos Natalia e Rodolfo que tornaram essa caminhada mais amena com suas brincadeiras e auxílios prestados minha eterna gratidão a vocês meus amigos. Álvaro meu parceiro de longas jornadas de coleta e análises de dados, sem você esse trabalho não aconteceria.

A todos os professores do programa de pós-graduação da UFTM, por seus ensinamentos durante essa jornada, em especial ao prof. Dr. Jeffer Eidi Sasaki, por ter contribuído de forma tão importante na minha vida acadêmica neste mestrado, ao colega Joilson Meneguci por tudo suporte que nos proporcionou em momentos importantes e a todos que de forma indireta contribuíram para a conclusão desse trabalho.

RESUMO

O contingente de estudos realizados na última década que abordam a medida objetiva da Atividade Física (AF) e a sua relação com a saúde têm ganhado grandes proporções. Com o surgimento de novas tecnologias diferentes dispositivos de acelerometria tem surgido e com isso as divergências entre os valores gerados de aceleração para cada um desses; além disso, são de alto custo o que os tornam menos acessíveis. Portanto, é salutar pensar em um dispositivo que possa reproduzir de modo fidedigno valores de aceleração e que seja mais acessível aos pesquisadores brasileiros. O presente estudo teve como objetivo validar os dados de acelerometria do dispositivo TrackHealth (TH) por meio da comparação desses dados com o dispositivo da ActiGraph®, modelo wGT3X-BT. Inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica de estudos relacionados à comparação entre acelerômetros com enfoque nas recomendações para uso da medida objetiva para avaliação da AF e os aspectos metodológicos utilizados para comparação entre os dispositivos. Para o processo de validação do TH foi utilizado um protocolo em esteira com quatro diferentes velocidades, aplicado em 30 indivíduos ($26,3 \pm 4,2$ anos) que portavam os acelerômetros ActiGraph® wGT3X-BT e TrackHealth. Os resultados obtidos mostraram que o dispositivo a ser validado apresentou uma sensibilidade ligeiramente menor do que o da ActiGraph®, porém, ainda assim manteve um comportamento linear e que os dados gerados são compatíveis nas primeiras velocidades com o sensor da ActiGraph®. Portanto, o TrackHealth necessita passar por melhoras no processo de aquisição e tratamento dos dados de acelerometria, para que possa ser comercializado futuramente para a comunidade acadêmica.

Palavras-chave: Validação. Adultos. Acelerometria. Dados brutos.

LISTA DE FIGURAS

Artigo 1

Figura

- 1 Fluxograma de informações das diferentes fases da revisão.....18
- 2 Descritores/Termos de Busca na Literatura.....19

Artigo 2

Figura

- 1 Dispositivo TrackHealth.....33
- 2 Bateria de alimentação TH.....33
- 3 Cinta de acoplagem.....33
- 4 Posicionamento acelerômetros.....33
- 5 Dados de aceleração no eixo X dos dispositivos Actigraph® e TrackHealth em função do tempo.....35
- 6 Dados de aceleração no eixo Y dos dispositivos Actigraph® e TrackHealth em função do tempo.....36
- 7 Dados de aceleração no eixo Z dos dispositivos Actigraph® e TrackHealth em função do tempo.....36
- 8 Dados de aceleração do vetor magnitude dos dispositivos Actigraph® e TrackHealth em função do tempo.....37
- 9 Regressão linear do vetor magnitude dos dispositivos TrackHealth e ActiGraph®.....37
- 10 Gráfico de Bland Altman na avaliação da concordância entre os dados brutos do vetor magnitude dos dispositivos TrackHealth e ActiGraph®.....38

LISTA DE TABELAS

Artigo 1.

Tabela

1 Características dos estudos selecionados para a revisão.....	20
--	----

Artigo 2.

Tabela

1 Características da amostra.....	35
-----------------------------------	----

LISTA DE SIGLAS

ACSM - Colégio Americano de Medicina do Esporte

AF – Atividade Física

AFMV – Atividade física moderada a vigorosa

AI – Activity Index

AVD's – Atividades de vida diária

CEP – Comitê de Ética em Pesquisa

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

METs – Equivalentes Metabólicos

NEAFISA – Núcleo de Estudos em Atividade Física e Saúde

NIH - Instituto Nacional de Saúde

OMS – Organização Mundial da Saúde

PPGEF – Programa de Pós-Graduação em Educação Física

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TH - TrackHealth

UFTM – Universidade Federal do Triângulo Mineiro

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. ARTIGOS PRODUZIDOS	16
2.1. Artigo1.....	16
2.2. Artigo.....	29
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
4. REFERÊNCIAS	44
ANEXO A (Termo de consentimento).....	47
ANEXO B (Consentimento livre, após esclarecimento).....	50

1 INTRODUÇÃO

O estudo da importância da prática da atividade física (AF) tem se destacado há décadas na literatura no que se refere à sua relação com a condição de saúde dos indivíduos. Diante disso, foram sendo elaborados instrumentos e protocolos com a finalidade de avaliar essa prática, sob dois parâmetros: os instrumentos que utilizam marcadores fisiológicos e sensores de movimentos para a avaliação direta dessa atividade, a exemplo os acelerômetros; e a utilização de instrumentos de coleta de dados diretos, como questionários e diários. Os métodos de terreno, que consistem em informações colhidas através dos indivíduos de maneira direta (questionários e entrevistas) e indireta (diários) têm sido utilizados em pesquisas populacionais devido à facilidade de manuseio e o baixo custo em relação aos métodos laboratoriais, que embora sejam mais precisos, possuem elevados custos e requerem uma mão de obra especializada (KRISKA & CASPERSEN, 1997; REIS et al., 2000; OLIVEIRA & MAIA, 2001; MENEGUCI et al., 2015).

Sensores de movimento como acelerômetros, pedômetros e, recentemente, o uso do Global Positioning System (GPS) estão em destaque nas pesquisas de campo devido ao poder de coleta por maiores períodos de tempo, pela predição de intensidades, da localização, do monitoramento e o incentivo da AF, entretanto, apresentam limitações por não poderem ser utilizados em meios aquáticos, não apresentarem a identificação do tipo da AF e o tratamento dos dados gerados (MENEGUCI et al., 2015). Os acelerômetros, por sua vez, são aparelhos portáteis, não invasivos e que detectam as acelerações produzidas pelo corpo humano (CHEN, BASSETT, 2005; KAVANAGH, MENZ, 2008; TROST, MCIVER, PATE, 2005; WARREN, et al., 2010). Por meio desse dispositivo a acelerometria tem se tornado uma técnica em franca expansão que permite a obtenção de dados de frequência, de duração e de intensidade que podem ser associados a níveis e padrões de comportamento oriundos da AF (RIDGERS, & FAIRCLOUGH, 2011).

Baseado na capacidade em medir a aceleração dos movimentos em planos ortogonais, os acelerômetros são classificados em uni, bi ou tri axiais (CHEN; BASSETT, 2005). A maior parte dos movimentos realizados no eixo vertical é registrada pelos modelos uniaxiais, em virtude do deslocamento do centro de massa

do corpo (MATTHEW, 2005). E em outros planos, de forma respectiva, os movimentos realizados são medidos pelos acelerômetros bi e tri axiais. A análise dos dados pode ser feita de forma separada para cada eixo ou por meio do valor do vetor de magnitude dado por todos os eixos (SASAKI; JOHN; FREEDSON, 2011). Com a crescente quantidade de acelerômetros disponíveis, existe a necessidade de analisar a precisão de novos dispositivos para avaliar a AF e determinar o gasto energético (GE) utilizando métodos de validação como a calorimetria indireta (BUTTE, 2012). Diversos estudos realizaram essa validação em diferentes dispositivos (FREEDSON et al., 1998; PUYAU et al., 2002; ABEL et al., 2008), e modelos de validação que utilizam calorimetria indireta permitem desenvolver equações matemáticas para prever o GE e, conseqüentemente, gerar pontos de cortes específicos para diferentes populações no intuito de avaliar e classificar o comportamento da AF.

A medida dos dados de acelerometria são expressas em *counts*, que expressa as informações geradas pelo dispositivo relacionadas com a magnitude da aceleração passando por um processo de derivação envolvendo a retificação do sinal que transforma os sinais negativos em valores positivos com a filtragem que é aplicada a depender do objetivo do estudo (SASAKI et al., 2016). Por se tratar de filtros com especificações próprias derivadas de cada fabricante, é possível que haja diferenças na frequência e magnitude da aceleração necessária para o registro de um *count* (JOHN; FREDSSON, 2012), o que impossibilita a realização de comparações entre diferentes dispositivos. Assim as acelerações captadas pelo dispositivo são convertidas em impulsos que aumentam de forma linear de acordo com a frequência e intensidade das acelerações, tais impulsos são recolhidos em períodos determinados (*epochs*) (WELK, 2005).

Epochs são os intervalos de tempo específicos, nos quais os *counts* são somados e, após serem armazenados na memória do dispositivo, este retorna para zero automaticamente (ATKIN et al., 2012; BASSETT; ROWLANDS; TROST, 2012; SASAKI et al., 2017). Valores de *epochs* podem ser definidos a partir de um segundo até períodos mais longos que sessenta segundos. Recomenda-se diferentes valores de *epochs* para cada subgrupo populacional como 60s para adultos e de 15s para crianças, pré-escolares e adolescentes, devido ao fato dessa população realizar atividades de natureza intermitente (DONALDSON et al., 2016;

EVENSON et al., 2015; MATTLAGE et al., 2015; SILVA et al., 2014; VAN CAUWENBERG et al., 2014, SASAKI et al., 2017).

Em 2009 foi realizada uma conferência sobre “medição objetiva da atividade física: melhores práticas e direcionamentos futuros” criada pelo Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM) e o Instituto Nacional de Saúde (NIH), que propôs aos pesquisadores que os dados fossem coletados e analisados em dados brutos (múltiplos de g), a fim de que os dados encontrados pudessem ser comparados e equiparados afim de promover maior comparabilidade dos dispositivos (MATTHEWS et al., 2012). Dados de aceleração bruta são expressos como força “g” ao invés de *counts* de atividade, que podem ser medidos em altas frequências, sendo mais recomendado para analisar a intensidade da AF (TROST; O’NEIL, 2014; CROUTER et al., 2013; CORDER et al., 2008, CHEN et al., 2012).

A aceleração bruta é uma forma de onda complexa de séries temporais caracterizada por vários recursos em vários domínios (JOHN; SASAKI, 2013), entretanto, a equivalência da saída da aceleração requer testes rigorosos quanto a equivalências para determinar se esses sinais são intercambiáveis entre os dispositivos (WELK et al., 2012). Técnicas para processar tais sinais têm sido utilizadas para identificar a atividade a partir dos dados gerados pelos dispositivos, porém, é necessário explorar recursos como domínio de tempo e frequência afim de identificar reconhecimento em padrões derivadas de aceleração de mais de um dispositivo (ROWLANDS et al., 2014).

Porém, mesmo que a utilização do dado bruto seja uma possível solução para a equidade de saída de dados entre os dispositivos, algumas especificações de processamento necessitam ser semelhantes para que isso aconteça. Entretanto, o grande desafio na análise dos sinais gira em torno da enorme quantidade de dados gerados e da viabilidade de ferramentas matemáticas viáveis para a realização de comparações precisas e válidas dos dados. Além disso, também devem ser solucionados problemas relativos a necessidade de remoção de componentes gravitacionais e da diminuição dos ruídos incorporados nos sinais (VAN et al., 2013).

Apesar do acelerômetro medir a frequência, a duração e a intensidade da AF, além de estimar o gasto energético (WARREN et al., 2010), ainda não há um consenso na sua utilização, já que inúmeros modelos desse aparelho foram

desenvolvidos e conseqüentemente foram gerados uma grande variedade de valores de pontos de corte baseados em *counts* na predição da intensidade AF (CROUTER, KUFFEL, HAAS, FRONGILLO, BASSETT, 2010). Existem vários modelos de acelerômetros, como o Computer Science and Applications (CSA monitor), que originou o ActiGraph® e atualmente não é mais comercializado; os da ActiGraph (ActiGraphCorp, LLC, Pensacola, FL); o Tritrac monitor, o Biotrainer monitor (WELK et al., 2000), o RT3 (ROWLANDS et al.,2004), o GENEActi (ESLIGER et al.,2010), e o Actical (WONG et al., 2011).

Uma revisão sistemática realizada por Montoye et al. (2018) evidenciou que os acelerômetros mais utilizados na literatura foram os da ActiGraph® por apresentarem dados que podem ser comparáveis a outros estudos que utilizaram acelerometria. Em nível nacional, muitos pesquisadores brasileiros têm importado esses dispositivos, porém, o seu alto custo, assim como do *software* que o acompanha, pode representar um fator limitador para a sua ampla utilização dificultando a sua aplicação em pesquisas, implicando diretamente na qualidade das publicações.

Para se ter ideia do impacto financeiro, os dispositivos de acelerometria da ActiGraph®, como o modelo wGT3X+ utilizado pela maioria dos pesquisadores nacionais e internacionais, tem um elevado valor de custo por unidade e o *software* que realiza a leitura dos dados gerados por esse dispositivo tem um valor ainda maior o que dificulta a aquisição de maiores quantidades para serem utilizados em amplos estudos de base populacional.

Sob essa perspectiva, alguns dos pesquisadores do Núcleo de Estudos em Atividade Física e Saúde da UFTM, há alguns anos, vêm desenvolvendo um dispositivo de acelerometria capaz de se equiparar a esse modelo mais utilizado no mercado. Nomeado como TrackHealth ou TH, o dispositivo construído na Universidade foi elaborado após várias tentativas de encontrar similaridade nos dados gerados pelo modelo wGT3X+, a um valor acessível aos pesquisadores brasileiros e que tenha condições equivalentes de fornecer dados com qualidade nos estudos em que for utilizado.

O dispositivo TH foi desenvolvido em cooperação com pesquisadores da área da Educação Física e da Engenharia Elétrica da UFTM. Suas dimensões (7,8cm x

3,8cm x 2,0cm) e operação (frequência de 80 Hz e acelerações de aproximadamente 8G) são similares ao da ActiGraph®, o wGT3X-BT triaxial que tem dimensões 4.6cm x 3.3cm x 1.5cm e opera em uma frequência de até 100 Hz e mede acelerações aproximadas de 6G. Entre as vantagens que difere o TH de outros dispositivos está na clareza do processo de tratamento dos dados, já que ele gera dados brutos que não passam por qualquer filtro proprietário, aumentando a possibilidade de comparabilidade entre eles; e, no baixo custo do dispositivo em relação ao dispositivo supracitado o que poderá gerar uma maior adesão entre os pesquisadores.

Estudos com comparativo de dados brutos em diferentes dispositivos evidenciam que as contagens não são iguais entre os acelerômetros, confirmando a necessidade da criação de um método universal para a utilização desse recurso (JOHN; FREEDSON, 2012; JOHN et al., 2013). Diante dos aspectos abordados, o presente trabalho tem como objetivo validar o dispositivo TrackHealth por meio da comparação de seus dados de acelerometria com os do dispositivo da ActiGraph®, modelo wGT3x+.

2 ARTIGOS PRODUZIDOS

2.1 ARTIGO 1

COMPARABILIDADE DE *OUTPUTS* DE ACELEROMETRIA: UMA REVISÃO DE LITERATURA

RESUMO

Acelerômetros comerciais têm sido utilizados para monitorar a AF e são capazes de medir de maneira objetiva a quantidade de passos dados e o gasto energético (GE) durante uma determinada atividade. O objetivo deste estudo foi identificar se existe comparabilidade de *outputs* de diferentes dispositivos de acelerometria. Uma revisão foi realizada a partir do levantamento de artigos publicados em periódicos indexados nos bancos de dados PubMed, Web of Science e Scopus que tiveram o objetivo de discutir a temática da comparabilidade entre os *outputs* dos dispositivos de acelerometria. Foram encontrados nove artigos que abordam a comparação direta entre os dispositivos, sendo esta uma quantidade considerada reduzida devido à relevância dos desfechos dessa medição, das diferentes marcas e *firmwares* que podem gerar discrepância na comparação entre os dispositivos. Há a necessidade de ampliar a discussão nessa temática e o desenvolvimento de um método universal que promova a equidade dos sinais gerados, a fim de promover maior confiabilidade nos estudos que envolvam as relações dos níveis da AF com os desfechos de saúde. É importante que os pesquisadores envolvidos se aproximem das orientações apresentadas por especialistas na medição objetiva da AF em relação aos procedimentos, desde a fase de coleta até a análise dos dados, para que exista uma padronização dos procedimentos nos estudos que envolvam dispositivos de aceleração.

Palavras-chave: Acelerometria. Atividade Física. Dados brutos. *Counts* de atividade.

INTRODUÇÃO

A acelerometria tem sido consolidada como uma ferramenta valiosa na medição objetiva das variáveis da AF (MONTTOYE et al., 2014; WELK, 2002). No entanto, não há clareza quanto aos métodos utilizados para a interpretação dos resultados. Os dispositivos que captam aceleração são frequentemente usados para medir a AF no âmbito da pesquisa ou para uso comercial (BAI et al., 2016b; BUTTE et al., 2014). Portanto, ainda que os acelerômetros estejam sendo utilizados de forma crescente em estudos de larga escala (RUIZ et al., 2011; TROIANO et al., 2008), revisões sistemáticas evidenciam que devido à falta de padronização na medição da AF não há comparabilidade entre os resultados, podendo haver distorção das associações entre a AF e os desfechos de saúde (BASSETT et al., 2015; HALLAL et al., 2007).

Embora a maior parte dos acelerômetros colete dados em alta frequência (100 Hz), os dados são utilizados por grande parte dos pesquisadores com *epochs* determinados para diferentes subgrupo populacional e as medidas de acelerometria são processadas em *softwares* desenvolvidos pelos fabricantes dos dispositivos de aceleração que utilizam algoritmos proprietários para calcular medidas de acelerometria (*counts*), o que leva a uma imprecisão na interpretação dos dados (JOHN; FREEDSON, 2012). A razão que pode explicar essa ocorrência é que tais medidas seriam a única saída dos dispositivos, o que corrobora com o estudo de Watson et al. (2014) em que foram verificadas evidências de que diferentes pontos de corte aplicados em uma mesma base de dados possam gerar discrepâncias na classificação da AF.

Na literatura, não há consenso sobre a comparabilidade de *counts* entre dispositivos de acelerometria para classificação da intensidade da AF, uma vez que alguns estudos têm indicado que há comparabilidade entre os dados gerados pelos acelerômetros da mesma marca e, já em outros foram encontradas diferenças na estimativa das atividades (RIED-LARSEN et al., 2012; SASAKI; JOHN; FREEDSON, 2011).

É importante entender a comparabilidade entre diferentes dispositivos uma vez que um estudo realizado por Sasaki et al (2011), apresentou que dispositivos da ActiGraph de diferentes gerações apresentam alto poder de comparação na

utilização de counts de acelerometria. Entretanto essa comparabilidade não pode ser observada entre dispositivos de marcas distintas (PAUL et al., 2007).

Mais recentemente os dados de acelerometria bruta de alta resolução tornaram-se disponíveis em vários dispositivos, incluindo os da ActiGraph®, que tem sido descrito na literatura como os mais utilizados. No ano de 2009, a partir de uma conferência chamada “Medição Objetiva de Atividade Física: Boas Práticas e Direções Futuras”, realizada pelo Colégio Americano de Medicina Esportiva (ACSM) e os Institutos Nacionais de Saúde, foi elaborado um documento com o intuito de atualizar os pesquisadores sobre as melhores práticas no uso de monitores para avaliar a AF, tal documento apresentou a aceleração bruta como alternativa para equalizar os problemas com as contagens proprietárias (FREEDSON et al., 2012).

Contudo, acelerômetros de marcas distintas ou de diferentes gerações apresentam valores divergentes quanto à leitura da frequência (20, 30 e 80Hz) e a magnitude da aceleração, informação preocupante que se torna mais um desafio na comparação dos dados (SASAKI; JOHN; FREEDSON, 2011; STRATH et al., 2013).

Por fim, o objetivo deste estudo foi identificar a comparabilidade de *outputs* de diferentes dispositivos.

MÉTODOS

O presente estudo é uma revisão realizada a partir do levantamento de artigos publicados em periódicos indexados que tiveram o objetivo de discutir a comparabilidade entre os *outputs* dos dispositivos de acelerometria. Uma busca abrangente da literatura de acelerometria foi realizada em bases de dados da PubMed, Web of Science e Scopus, conforme apresentado no fluxograma (Figura 1). A estratégia de busca realizada foi dividida em duas combinações a fim de contemplar o máximo de estudos publicados (Quadro 1).

Os manuscritos de revisão publicados encontrados nesta busca também foram examinados para procurar os mais relevantes e que não tenham aparecido na pesquisa original dos bancos de dados. Foram incluídos apenas os que trataram da comparação de *counts* ou dados brutos (g) como resultado primário do estudo, e os estudos de validação ou predição da AF não foram incluídos. Nossa estratégia de busca não houve restrições baseadas em data, idioma ou populações.

Seleção dos artigos

A seleção e avaliação dos artigos ocorreram de forma independente por dois autores (R.A.O e N.L). Foram excluídos os artigos que não se relacionavam com o tema de acordo com título e resumo. Dos artigos selecionados, os pesquisadores avaliaram os textos completos, com os artigos selecionados os autores se reuniram para entrar em consenso sobre a inclusão e exclusão dos estudos na revisão. Caso houvesse desacordo entre os revisores, um terceiro seria solicitado para resolver as diferenças. Entretanto, não foi necessário.

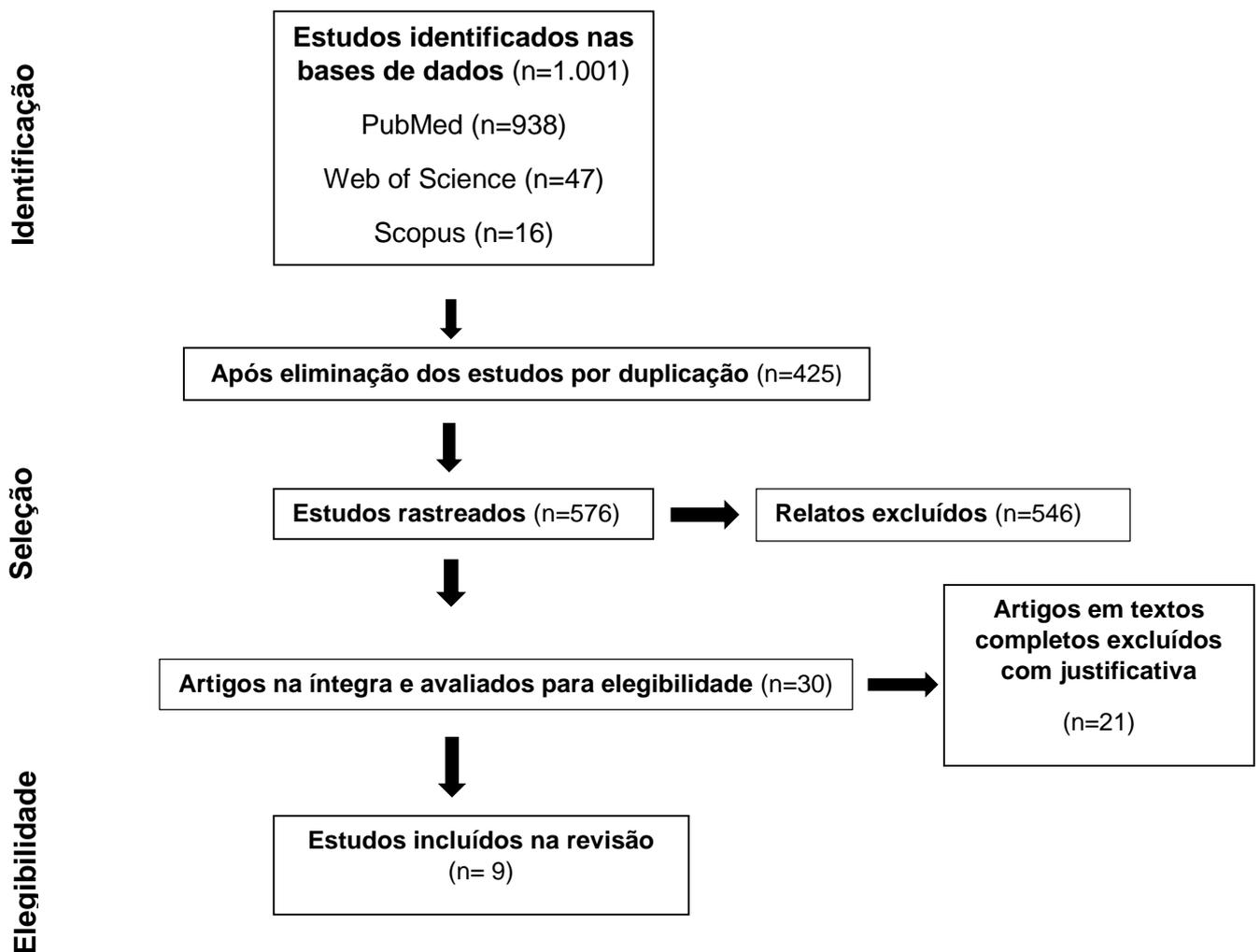


Figura 1- Fluxograma de informações das diferentes fases da revisão. Autor, 2019.

Bases	Combinação de descritores/Termos
Pubmed	<i>(comparing) OR (comparison) OR ("comparative study") AND ("wearable activity monitors") OR ("accelerometer monitors") OR ("activity monitors") AND (actigraph) OR (genea) OR (rt3) OR (actical) AND ("raw acceleration") OR ("raw data") AND ("sedentary behavior") OR ("phisycal activity") OR ("sedentary lifestyle")</i>
Web of Science	<i>(activity) AND ("accelerometer counts") OR "activity counts") AND ("sedentary behavior") OR ("phisycal activity") OR ("sedentary lifestyle") OR (activity) ("sitting time") OR ("screen time")</i>
Scoopus	<i>(comparing) OR (comparison) OR ("comparative study") AND ("wearable activity monitors") OR ("accelerometer monitors") OR ("activity monitors") AND (actigraph) OR (genea) OR (rt3) OR (actical) AND ("accelerometer counts") OR "activity counts") AND ("sedentary behavior") OR ("phisycal activity") OR ("sedentary lifestyle") OR (activity) ("sitting time") OR ("screen time").</i>

Figura 2- Descritores/Termos de Busca na Literatura. Autor, 2019.

RESULTADOS e DISCUSSÃO

Após a seleção dos artigos para compor a revisão foram subtraídas informações pertinentes para o entendimento das questões relacionadas a comparabilidade dos *outputs* dos dispositivos (Tabela 1). Por meio do procedimento de busca adotado foram selecionados os artigos que apresentaram a comparação entre *counts* e dados brutos para facilitar a discussão desse fenômeno.

Apesar de uma vasta literatura que aborda a utilização da acelerometria como forma de medida da AF e da predição do dispêndio energético, poucos são os estudos que abordam a comparação destes equipamentos, sendo a maior parte estudos que abrangem somente a validação de dispositivos e a predição de intensidades a partir de equivalentes metabólicos. Entretanto, é importante compreender aspectos de comparabilidade dos dados gerados por esses dispositivos, como sugere Tudor-Locke et al., (2015), que recomendam o uso de

ferramentas para verificarem questões operacionais como critérios de conformidade para um dia válido, amostragem, tempo de uso, localização.

Tabela 01. Características dos artigos selecionados para a revisão.

Autores:	Amostra	Protocolo	Acelerômetros (marca/modelo)	Ephoc (Hertz)	Posicionamento do acelerômetro	Resultados
KAMINSKY; OZEMEK, 2012.	n= 34 adultos homens (n=17), mulheres (n=17).	Caminhada (30 min: 2.4kmh ⁻¹ , depois de 5 min increment de 0.8kmh ⁻¹ para cada 5min(2.4, 3.2, 4.0, 4.8, 5.6 e 6.4 km h ⁻¹), vida livre (3 dias)	GT3X e GT1M (ActiGraph®)	60s	Quadril	É razoável comparar dados derivados do GT1M ou GT3X quando coletados no modo uniaxial.
KURITA et al., 2017.	n= 50	Tempo de vigília de dois dias (um dia útil e outro não)	Active style Pro HJA-350IT, GT3X+(ActiGraph®), activPAL3	ASP: 60s, 35 Hz. GT3X: 60s, 35 Hz. LFE. Acti:raw data, 20Hz.	Quadril, Coxa	Comparado a AF como critério, o ASP pode subestimar o total de tempo sedentário e o GT3X + pode superestimá-lo, e mais ainda nos níveis mais baixos de tempo sedentário. Para pausas do tempo sedentário, comparado ao AF, tanto o GT3X + quanto o ASP podem superestimar.
PAUL et al., 2007	n= 56 (28 homens, 28 mulheres)	Vida Livre (15 dias)	Modelo 7164 (ActiGraph®), Actical®	60s	Quadril	Os resultados entre essas duas marcas não são diretamente comparáveis. No entanto, os dados são comparáveis se for aplicada a equação de conversão (log)
STRAKER; CAMPBELL, 2012.	n= 10 (5 mulheres, 5 homens)	Vida Livre (2 dias)	GT3X +(ActiGraph®), Actical®	60s	Quadril	O Actical é mais sensível a acelerações na direção vertical e não se correlaciona com saída ActiGraph tridimensional..
BAI et al., 2016.	n= 194 mulheres	Atividades de Vida Diária	GT3X	"idle"le ep	Quadril	A sensibilidade amplamente

		(DVD, PUZZ, DISH, LAUD, MPO, WALK)	+ (ActiGraph®)	mode” 30Hz		melhorada da IA em sedentários e atividades leves sobre AC e ENMO demonstram ainda mais sua vantagem em estudos com idosos e adultos.
JOHN et al., 2013.	n=10	Teste de agitador mecânico, teste de locomoção	GT3X +(ActiGraph®), GENEActiv	80Hz	Punho	Pode ser inadequado aplicar um modelo desenvolvido no GENEActiv para prever o tipo de atividade usando dados GT3X + quando os recursos de entrada são atributos de domínio de tempo de aceleração bruta.
BAI et al., 2014.	n= 125	Vida Livre (3-5 dias)	Shimmer®	10Hz	Quadril	Uma abordagem de normalização transparente, fácil de usar e reproduzível para extrair e resumir métricas relevantes dos dados brutos da acelerometria triaxial foi gerada.
FAIRCLOUGH et al., 2016.	n= 129 (crianças)	Vida Livre (7 dias)	GENEActiv, GT3X +(ActiGraph®)	100Hz	Punho, Quadril	As acelerações brutas foram significativamente e mais altas para o GAWrist em comparação com as do AGhip.
JOHN et al., 2018.	n=20 (12 homens e 8 mulheres)	Caminhada em esteira em 11 velocidades variando entre 0.89 e 1.79 m/s (2 a 4 mph) com incrementos de 0.089 m/s (0.2 mph), Teste de Agitador	Digiwalker SW200, Omron HJ720ITC, GT3X+ e GT9X (ActiGraph®)	60s, 80Hz	Quadril, Punho	OmronHJ720ITC foi o mais preciso durante a caminhada na esteira. As saídas ActiGraph eram significativamente diferentes a partir do critério.

Fonte: Autor, 2019.

No que se refere à comparação entre counts, a partir da busca realizada, os trabalhos de KAMINSKY; OZEMEK, (2012), KURITA et al. (2017), PAUL et al. (2007)

e STRAKER; CAMPBELL (2012), foram selecionados e a discussão teve como base protocolos de vida livre e protocolos laboratoriais.

Os estudos que utilizam *counts* como medida de comparabilidade não seguem as recomendações da Conferência de 2009 sobre a “Medição Objetiva de Atividade Física: Boas Práticas e Direções Futuras”, da qual recomenda a utilização de dados brutos de aceleração, uma vez que *counts* são provenientes de medidas proprietárias ocasionando subestimação ou superestimação de valores (KURITA et al., 2017) que podem gerar classificações errôneas sobre o nível de atividade da população.

Outro ponto a ser levantado é o uso do “*low-frequency extension*” (LFE) utilizado para captar o CS (KURITA et al., 2017). A ActiGraph®, em 2009, introduziu essa ferramenta com a possibilidade de aumentar a sensibilidade no dispositivo podendo mensurar maiores intervalos de intensidade da AF (ACTIGRAPH, 2016). No entanto, estudo realizado por Feito et al. (2017) apresentou que ainda não é claro se o mecanismo de filtragem é mais preciso na medição do CS, tornando-se necessário reavaliar a utilização dessa ferramenta.

No estudo de Paul et al., (2007) os resultados derivados da comparação entre os dispositivos da ActiGraph® de diferentes gerações não demonstram comparabilidade, exceto com o uso do *log* e desde que no mesmo eixo.

O estudo de Straker e Campbell (2012), apresenta que o dispositivo Actical mostrou-se mais sensível às acelerações no eixo vertical, porém, essas acelerações não têm correlação com a saída tridimensional do dispositivo da ActiGraph®. Entretanto, alguns pontos podem influenciar esses achados uma vez que as recomendações apresentadas por Trost; Mciver e Pate (2005) sobre as recomendações é de, no mínimo, três dias para a coleta de dados com adultos, o que confere melhor nível de confiabilidade.

Comparações entre dispositivos utilizando crianças e diferentes locais de uso dos acelerômetros (punho e quadril), tem evidenciado maior adesão na localização do punho o que explica a maior utilização desse posicionamento a fim de aumentar a taxa de uso (TROIANO et al., 2014). No entanto, o posicionamento do acelerômetro deve ser baseado na possibilidade de comparação entre estudos e na

capacidade de processamento dos dados e que a decisão sobre o posicionamento ainda não permite consenso (SASAKI et al., 2017). O estudo de Sasaki et al.(2017) apresenta ainda que os dados brutos quando comparados com os dados de acelerometria (*counts*) diferiram substancialmente, sendo assim, não podem ser comparados diretamente e ainda não há informações sobre o algoritmo de filtragem da ActiGraph® (FAIRCLOUGH et al., 2016).

Para discussão da comparabilidade foram utilizados os estudos que apresentaram dados expressos em força (g) em diferentes taxas de frequência, sendo estes: BAI et al.(2016), JOHN et al. (2013), BAI et al.(2014), FAIRCLOUGH et al. (2016) e JOHN et al.(2018).

Comparações entre os dispositivos GT3X e GENEActi, com sinal bruto de aceleração utilizando *shaker* orbital de agitação, em protocolos de caminhada de duas velocidades e em atividades da vida diária (AVD's) (*computer work, cleaning a room, vacuuming and throwing a ball*) durante dois minutos de execução indicaram que é aconselhável evitar o intercâmbio de modelos de previsão entre diferentes monitores de atividade (JOHN et al., 2013). Nota-se que mesmo seguindo as orientações da Conferência de 2009 os dispositivos necessitam ser equiparados para haver maior consenso entre os achados e, conseqüentemente, maior utilização desses dispositivos por parte dos pesquisadores. O uso da coleta de dados brutos existe favorece para que esses dados possam ser comparáveis entre diferentes marcas permitindo a comparabilidade entre eles e melhores métodos de processamento dos dados (MONTTOYE et al., 2018).

Aprendizagem de máquina como sugerido no estudo de John et al. (2013) tem sido incentivadas afim de obter dados da medição de comportamento físico. No entanto, tal mecanismo é mais complexo do que as técnicas usuais de análise de dados e processos automatizados que ainda não estão disponíveis para aprendizado de máquina. Com o alto interesse nessas técnicas Montoye et al. (2018) afirma que a automação do aprendizado de máquina estará disponível em breve para uso por intervencionistas.

O processamento dos sinais de dados brutos propicia maior comparabilidade e transparência entres os estudos usando os mesmos métodos (FAIRCLOUGH et al., 2016; MATTHEWS et al., 2012; TROIANO et al., 2008). Entretanto, pesquisas

que objetivam o desenvolvimento de uma métrica resumida, reproduzível e transparente, com base em dados brutos já existentes ainda são escassas sendo tais medidas importantes para a pesquisa em AF. Essa métrica teria o potencial de permitir comparações de resultados de estudos com diferentes dispositivos de aceleração, conseqüentemente gerando uma interpretação uniforme dos dados (BAI et al., 2014).

No estudo de Bai et al. (2016), foi proposto uma nova métrica de AF baseada em sinais de dados brutos em alta resolução. A métrica chamada de Activity Index (AI) possui propriedades almejadas por pesquisadores como transparência (fórmula publicamente disponível), uma interpretação clara e facilidade de implantação. Mesmo com achados importantes em relação a essa nova métrica o estudo apresenta como limitação o fato de utilizar apenas um dispositivo (ActiGraph®) o que impossibilita o uso dessa ferramenta para comparação em outros dispositivos.

CONCLUSÃO

A presente revisão encontrou reduzido número de estudos que abordam a comparação direta entre os dados provenientes dos dispositivos de aceleração. Conclui se que ainda não existe comparabilidade entre os diferentes dispositivos de acelerometria, seja em função de alguns dispositivos ainda utilizarem counts de acelerometria que devido seus filtros proprietários diferem dos outputs dos outros dispositivos ou devido a incompatibilidades na magnitude da aceleração encontrada.

Nota se que a literatura tem reportado uma maior adesão na utilização de múltiplos de g (dados brutos) em relação ao uso de counts de acelerometria, o que facilita a tentativa de maior comparabilidade entre os outputs desses dispositivos. Foi encontrado que estudos laboratoriais têm sido mais realizados devido a facilidade no controle das atividades e da interpretação dos dados gerados. Há a necessidade de mais estudos que abordem tal temática, além de haver a necessidade da criação de método universal que promova a equidade dos sinais gerados, a fim de promover maior confiabilidade nos estudos que envolvam as relações dos níveis da AF com os desfechos de saúde.

E, por fim, recomenda-se que pesquisadores envolvidos em medidas da atividade física possam se aproximar das orientações na medição objetiva da AF

para que haja padronização dos procedimentos em todos os estudos que envolvam dispositivos de aceleração.

REFERENCIAS

ActiGraph LLC. Low Frequency Extension Explained 2016. <https://actigraph.desk.com/customer/en/portal/articles/2515505-lowfrequency-extension-explained>.

BAI, J. et al. Normalization and extraction of interpretable metrics from raw accelerometry data. **Biostatistics**, v. 15, n. 1, p. 102–116, 1 jan. 2014.

BAI, J. et al. An Activity Index for Raw Accelerometry Data and Its Comparison with Other Activity Metrics. **PLOS ONE**, v. 11, n. 8, p. e0160644, 11 ago. 2016a.

BAI, Y. et al. Comparison of Consumer and Research Monitors under Semistructured Settings. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 48, n. 1, p. 151–158, jan. 2016b.

BASSETT, D. R. et al. Accelerometer-based physical activity: total volume per day and standardized measures. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 47, n. 4, p. 833–838, abr. 2015.

BUTTE, N. F. et al. Prediction of energy expenditure and physical activity in preschoolers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 46, n. 6, p. 1216–1226, jun. 2014.

FAIRCLOUGH, S. J. et al. Wear Compliance and Activity in Children Wearing Wrist- and Hip-Mounted Accelerometers: **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 48, n. 2, p. 245–253, fev. 2016.

FEITO, Y. et al. Effect of ActiGraph's Low Frequency Extension for Estimating Steps and Physical Activity Intensity. **PLoS ONE**, v. 12, 20 nov. 2017.

FREEDSON, P. et al. ASSESSMENT OF PHYSICAL ACTIVITY USING WEARABLE MONITORS: RECOMMENDATIONS FOR MONITOR CALIBRATION AND USE IN THE FIELD. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 44, n. 1 Suppl 1, p. S1–S4, jan. 2012.

HALLAL, P. C. et al. Evolution of the epidemiological research on physical activity in Brazil: a systematic review. **Revista de Saúde Pública**, v. 41, n. 3, p. 453–460, jun. 2007.

JOHN, D. et al. Calibrating a novel multi-sensor physical activity measurement system. **Physiological Measurement**, v. 32, n. 9, p. 1473–1489, set. 2011.

JOHN, D. et al. Comparison of Raw Acceleration from the GENEVA and ActiGraph™ GT3X+ Activity Monitors. **Sensors**, v. 13, n. 11, p. 14754–14763, 30 out. 2013.

JOHN, D.; FREEDSON, P. ActiGraph and Actical physical activity monitors: a peek under the hood. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 44, n. 1 Suppl 1, p. S86-89, jan. 2012.

KURITA, S. et al. Comparability of activity monitors used in Asian and Western-country studies for assessing free-living sedentary behaviour. **PLOS ONE**, v. 12, n. 10, p. e0186523, 18 out. 2017.

MATTHEWS, C. E. et al. Best practices for using physical activity monitors in population-based research. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 44, n. 1 Suppl 1, p. S68-76, jan. 2012.

MONTOYE, A. H. et al. Evaluating the Responsiveness of Accelerometry to Detect Change in Physical Activity. **Measurement in Physical Education and Exercise Science**, v. 18, n. 4, p. 273–285, 1 jan. 2014.

MONTOYE, A. H. K. et al. Reporting accelerometer methods in physical activity intervention studies: a systematic review and recommendations for authors. **British Journal of Sports Medicine**, v. 52, n. 23, p. 1507–1516, dez. 2018.

PAUL, D. R. et al. Comparison of two different physical activity monitors. **BMC Medical Research Methodology**, v. 7, n. 1, dez. 2007.

RIED-LARSEN, M. et al. Mechanical and free living comparisons of four generations of the Actigraph activity monitor. **The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 9, p. 113, 12 set. 2012.

RUIZ, J. R. et al. Objectively measured physical activity and sedentary time in European adolescents: the HELENA study. **American Journal of Epidemiology**, v. 174, n. 2, p. 173–184, 15 jul. 2011.

SASAKI, J. et al. Orientações para utilização de acelerômetros no Brasil. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 22, n. 2, p. 110–126, 1 mar. 2017.

SASAKI, J. E.; JOHN, D.; FREEDSON, P. S. Validation and comparison of ActiGraph activity monitors. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 14, n. 5, p. 411–416, set. 2011.

STRATH, S. J. et al. Guide to the assessment of physical activity: Clinical and research applications: a scientific statement from the American Heart Association. **Circulation**, v. 128, n. 20, p. 2259–2279, 12 nov. 2013.

TROIANO, R. P. et al. Physical activity in the United States measured by accelerometer. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 40, n. 1, p. 181–188, jan. 2008.

TROIANO, R. P. et al. Evolution of accelerometer methods for physical activity research. **British Journal of Sports Medicine**, v. 48, n. 13, p. 1019–1023, jul. 2014.

TROST, S. G.; MCIVER, K. L.; PATE, R. R. Conducting accelerometer-based activity assessments in field-based research. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 37, n. 11 Suppl, p. S531-543, nov. 2005.

TUDOR-LOCKE, C. et al. A model for presenting accelerometer paradata in large studies: ISCOLE. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 12, n. 1, p. 52, 20 abr. 2015.

WELK, G. **Physical Activity Assessments for Health-related Research**. [s.l.] Human Kinetics, 2002.

ZHANG, S. et al. Physical activity classification using the GENEVA wrist-worn accelerometer. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 44, n. 4, p. 742–748, abr. 2012.

2. 2 ARTIGO 2

VALIDAÇÃO DO MONITOR DE ATIVIDADE FÍSICA TRACKHEALTH

RESUMO

Este é um estudo metodológico de pesquisa aplicada para validação de um instrumento de pesquisa com abordagem quantitativa. Teve como objetivo validar os dados do dispositivo de acelerometria TrackHealth. A amostra foi constituída por 30 indivíduos adultos de ambos os sexos selecionados por conveniência e que atenderam aos critérios de inclusão e de exclusão. Os monitores de atividade física utilizados para o protocolo de pesquisa foram o acelerômetro ActiGraph® wGT3X-BT triaxial e o acelerômetro TrackHealth (TH). O protocolo de atividades foi determinado em 4 (quatro) atividades (caminhada a 4.8 e 6.4 km h⁻¹ e corrida a 9,7 e 12 km h⁻¹) realizados em laboratório, em esteira Ibramed, com duração de 5 (cinco) minutos em cada estágio. Encontrou-se uma diferença entre os dados brutos de aceleração dos dois dispositivos, entretanto o dispositivo TrackHealth apresentou maior sensibilidade nas velocidades de 4,8 e 6,4 km/h, e um nível alto de concordância (2,7-2,8%) nas velocidades iniciais dos vetores magnitude. Porém ainda existe a necessidade de aprimoramento do funcionamento do dispositivo, para que o TrackHealth possa ser comercializado.

Palavras-chave: Comparação. Acelerometria. Atividade Física. Dados brutos.

INTRODUÇÃO

A necessidade de conseguir medir de forma objetiva e com maior acurácia a atividade física (AF) tem se tornado motivo de interesse na epidemiologia, sendo que 'a prática da AF, tem relação direta com o processo de saúde e doença (KNUTH et al., 2010). A acelerometria vem crescendo nestes estudos como forma de medir

as variáveis de forma objetiva, possibilitando maior fidedignidade nos resultados obtidos na aferição da atividade física.

Os dispositivos que medem aceleração, denominados acelerômetros, são capazes de medir a aceleração de um corpo de forma indireta por meio de algoritmos proprietários que realizam a conversão dos sinais gerados possibilitando estimar a intensidade e a frequência da AF praticada pelo usuário do acelerômetro (CHEN; BASSET, 2005; FIGUEIREDO et al., 2007).

Os acelerômetros comerciais têm sido utilizados para monitorar a AF e são capazes de medir de maneira objetiva a quantidade de passos dados e o gasto energético (GE) durante uma determinada atividade. Esses dados gerados (*outputs*) produzem valores na forma de acelerações ou “*counts* de atividade” por períodos determinados de tempo (por exemplo: *counts*/min-1). De acordo com os fabricantes, *counts* são a soma dos valores absolutos de acelerações em um período específico que representam a estimativa da intensidade da atividade medida dentro de um intervalo de tempo específico (MOTL; SNOOK; AGIOVLASITIS, 2011; SERRA et al. 2016). Entretanto os acelerômetros comerciais ainda apresentam alto custo devido a necessidade de importação desses dispositivos o que dificulta a aquisição de um número elevado para aplicação em estudos de larga escala.

Embora os acelerômetros sejam utilizados com maior proporção nos últimos anos revisões sistemáticas indicam a necessidade de padronização dos métodos de mensuração da AF empregados em estudos no Brasil. Essa padronização possibilita maior comparabilidade de resultados entre diferentes estudos, o que é importante no estabelecimento e consolidação das associações entre a AF e desfechos de saúde (RUIZ et al., 2011; BASSETT et al., 2015; SILVA; SASAKI; GONÇALVES, 2016).

Dentre os diversos tipos de acelerômetros existentes no mercado, o ActiGraph® wGT3X tem se destacado por sua grande utilização em estudos (MONTROYE et al., 2018). Esse modelo foi desenvolvido em 2009 pela empresa ActiGraph® sendo o primeiro da linha de acelerômetros de sua geração a medir a aceleração em três eixos (vertical, anteroposterior e médio-lateral), de maneira individual e na forma do vetor magnitude (VM) (SASAKI; JOHN; FREEDSON, 2011).

Embora os acelerômetros sejam utilizados com maior proporção nos últimos anos, revisões sistemáticas indicam a necessidade de padronização dos métodos de mensuração da AF empregados em estudos no Brasil. Essa padronização possibilita maior comparabilidade de resultados entre diferentes estudos, o que é importante no

estabelecimento e consolidação das associações entre a AF e desfechos de saúde. Os acelerômetros possuem um algoritmo proprietário que realiza o tratamento desses dados gerados, o que impossibilita à comunidade científica desenvolver um método universal que aumente a comparabilidade entre os *outputs* desses dispositivos.

Existe a necessidade da criação de um dispositivo que apresente comparabilidade com os dispositivos que tem maior utilização na literatura a fim de reproduzir estudos e dar continuidade aos mesmo com um acelerômetro mais barato em relação aos encontrados no mercado e com possibilidade de apresentar transparência no processo de tratamento dos dados. O dispositivo de acelerometria TrackHealth (TH) desenvolvido por pesquisadores da Universidade Federal do Triângulo Mineiro – UFTM, surge com a proposta de apresentar comparabilidade e com baixo custo permitindo aos pesquisadores replicar estudos que utilizam acelerometria. Porém, para que o TH seja inserido no meio científico ele precisa apresentar comparabilidade nos *outputs* gerados.

Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo testar os índices psicométricos de validade a partir da comparabilidade dos dados de aceleração do dispositivo de acelerometria TrackHealth com o ActiGraph®.

MÉTODOS

Desenho da pesquisa

Este é um estudo metodológico de pesquisa aplicada para validação de um instrumento de pesquisa com abordagem quantitativa. Foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) com seres humanos da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM) sob o protocolo nº 3.139.204 /2019 (Anexo A). Foram comparados os dados de acelerometria gerados por dois dispositivos em teste de esteira a fim de validar um monitor de atividade física equiparável aos já existentes e financeiramente mais acessível à comunidade acadêmica.

Amostra

A amostra foi constituída por 30 indivíduos adultos de ambos os sexos selecionados por conveniência e que atenderam os critérios de inclusão (faixa etária de 18 a 35 anos; estar de acordo com a pesquisa (Anexo B) e aos critérios de

exclusão (não possuir alguma patologia/limitação mecânica que impossibilite a utilização da esteira; ausência no consumo regular de medicamentos como anti-histamínicos e medicamentos para combate de vertigem que possam influenciar na aplicabilidade do teste.

Características sócio demográficas, antropométricas e comportamentais

Para caracterização da amostra foram coletadas variáveis como sexo, idade, massa corporal, estatura. A obtenção das medidas de massa corporal e estatura aconteceu por meio de uma balança digital com estadiômetro infravermelho acoplado (WISO, W-721 com precisão de 100 g). Para posterior cálculo do IMC (Kg/m^2) adotou-se a fórmula $[\text{massa corporal (kg)} / \text{estatura (m)}^2]$.

Acelerometria

Os monitores de atividade física utilizados para o protocolo de pesquisa foram o acelerômetro ActiGraph® wGT3X-BT triaxial (ActiGraphCorp, LLC, Pensacola, FL, 19 g; 4.6cm x 3.3cm x 1.5cm), aparelho portátil que mede acelerações entre $\pm 6G$ a uma taxa de amostragem de até 100Hz, e o acelerômetro TrackHealth (Universidade Federal do Triangulo Mineiro, 50g; 7,8cm x 3,8cm x 2,0cm) (Figura 1), dispositivo que mede acelerações entre $\pm 8G$ a uma taxa de amostragem de 80Hz, com capacidade de armazenamento de 8gb, os dados gerados são armazenados pelo módulo MICROSD 5V, com alimentação por bateria alcalina de 9V 150mah e um Módulo MPU-6050 sendo este onde está inserido o acelerômetro (Figura 2). O código de funcionamento do dispositivo (Anexo C) e a rotina de funcionamento foi feita pela programação do microprocessador Pro mini 324p utilizado na construção do acelerômetro.

O acelerômetro ActiGraph® wGT3X-BT foi inicializado para coletar os dados no modo bruto (múltiplos de força G) em taxa de amostragem de 80 Hz por meio do software ActiLife® desenvolvido pelos criadores do dispositivo, o TrackHealth utiliza o sistema “plug play”, o dispositivo era ligado na bateria e iniciava a captação dos dados instantaneamente, no código de criação foi desenvolvido um sistema que gravava no cartão SD os dados gerados a cada um minuto de funcionamento, a gravação era feita por segundos de atividade, o início da atividade era cronometrado e registrado para o posterior corte das atividades, estando pareado como o horário de início (horário local) do dispositivo ActiGraph®.



Figura 1. Dispositivo TrackHealth.

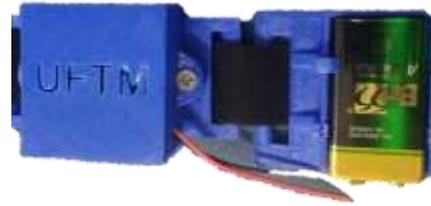


Figura 2. Bateria de alimentação TH.

Os acelerômetros foram acoplados por meio de uma fita ajustável (Figura 3) contendo os dispositivos em torno do quadril (Figura 4). Os dispositivos foram posicionados na linha axilar anterior do lado não dominante. Ao final de cada velocidade a cinta contendo os acelerômetros permaneceu junto ao participante.



Figura 3. Cinta de acoplamento.



Figura 4. Posicionamento acelerômetros.

Protocolo de coleta

Os participantes recrutados por conveniência eram estudantes de graduação ou pós-graduação da Universidade Federal do Triângulo Mineiro e residentes no município de Uberaba, MG. Antecedendo a aplicação do protocolo de pesquisa foi conduzido estudo piloto para ajustes e preparação da equipe de coleta, a qual foi composta por profissionais e colaboradores da área de saúde e engenharia elétrica.

O protocolo de atividades foi determinado em 4 (quatro) atividades (caminhada a 4,8 e 6,4 km h⁻¹ e corrida a 9,7 e 12 km h⁻¹) realizados em laboratório (esteira Ibramed) com duração de cinco minutos em cada estágio, como proposto por Sasaki et al. (2011) e Freedson et al. (1998) para validação de dispositivos de acelerometria. Após os participantes completarem cada estágio de velocidade foi permitido um descanso de cinco minutos, através de um banco posicionado na esteira, retirado no início da atividade, com a permanência dos dispositivos nos

participantes até o final do teste. Foram computados para análise os dados dos participantes que ultrapassarem um minuto em cada velocidade.

Antes do início dos testes os participantes foram orientados a estar sem a prática de exercícios físicos e em jejum de pelo menos 3 (três) horas e sem uso de cafeína e álcool.

O download do dispositivo de acelerometria ActiGraph era realizado através da conversão dos dados para força g (dados brutos) por meio do dispositivo ActiLife® selecionando os horários de atividades realizadas, o dispositivo TrackHealth não tem um software desenvolvido ainda, sendo assim foi realizado um procedimento de exportação dos dados em arquivo csv., cronometrados da atividade pelo cartão de memória do dispositivo. O alinhamento foi realizado transformando os dados dos dois dispositivos em segundos de execução nas quatro velocidades do teste de esteira.

Procedimentos estatísticos

Os dados foram tabulados nos softwares ActiLife versão 6.0 e Excel e posteriormente analisados no software Matlab R2018a. Os dados foram tabulados em médias de 30 segundos para cada velocidade do protocolo de atividade, a fim de facilitar o tratamento dos dados devido ao alto número de resultados gerados por cada dispositivo. Foram utilizados procedimentos da estatística descritiva para caracterização da amostra (frequência relativa e absoluta, média e desvio padrão). Foram utilizados procedimentos de regressão linear, testes de correlação de Person (r) e gráfico de dispersão de Bland-Altman para determinar o nível de concordância entre os acelerômetros da ActiGraph® e TrackHealth. Adotou-se o nível de significância de $P \leq 0,05$ para todas as análises e intervalo de confiança (IC95%). Na interpretação da correlação de Pearson, levou-se em consideração os critérios de Landis e Koch, (1977) para interpretação dos dados: a) quase perfeita: 0,80-1,00; b) substancial: 0,60-0,80; c) moderada: 0,40-0,60; d) regular: 0,20-0,40; e) discreta: 0-0,20; f) pobre: -1,00-0.

RESULTADOS

A amostra foi composta por 30 participantes com média de idade 26,3 (DP= \pm 4,2) anos, sendo 75% homens (n=25), com a média de estatura 174 cm (DP= \pm

0,05), média da massa corporal de 77,5 kg (DP= $\pm 15,3$) e média de IMC de 25,5 (DP= $\pm 4,8$), cujas características estão detalhadas na tabela 1.

Tabela 1. Características físicas da amostra.

Variáveis	Média	DP
Sexo		
Homem	75% (n=25)	
Mulher	25% (n=5)	
IMC (kg/m²)	26,3	$\pm 4,2$
Estatura (cm)	174	$\pm 0,05$
Massa corporal (kg)	77,5	$\pm 15,3$

Fonte: Autor, 2019.

Foi possível perceber que o dispositivo TH apresentou diferença, em relação ao modelo Actigraph®, porém, o comportamento daquele não deixou de ser linear, o que pode ser confirmado na figura 5, de tal modo a evidenciar que a amplitude de variação da aceleração aumenta de acordo com o tempo. Essa linearidade não foi mantida pelo dispositivo da Actigraph® (figura 6), já que concentrou toda a aceleração da gravidade no eixo Y, o que pode ser explicado por alguma adequação de *offset* estabelecida por esse dispositivo.

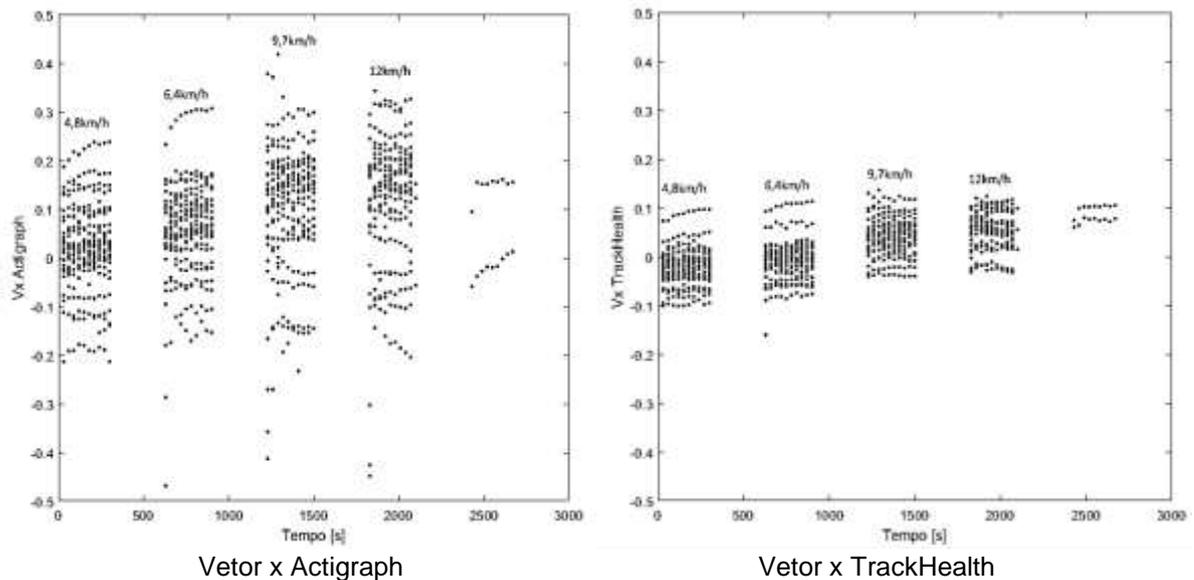
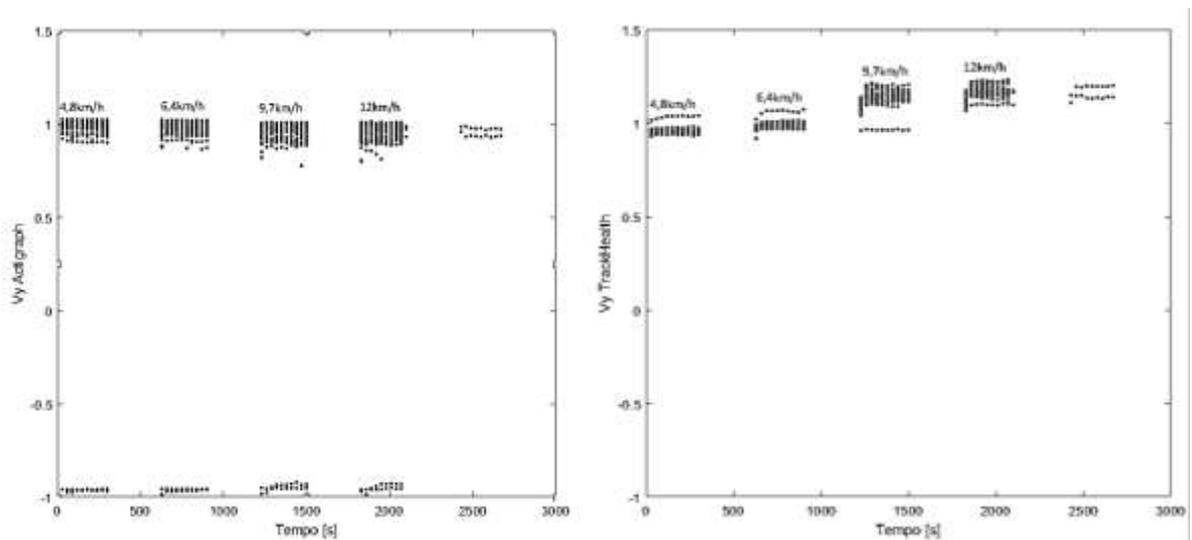


Figura 5- - Vetor do eixo x dos acelerômetros em g em função do tempo de execução em segundos. Fonte: Autor, 2019.

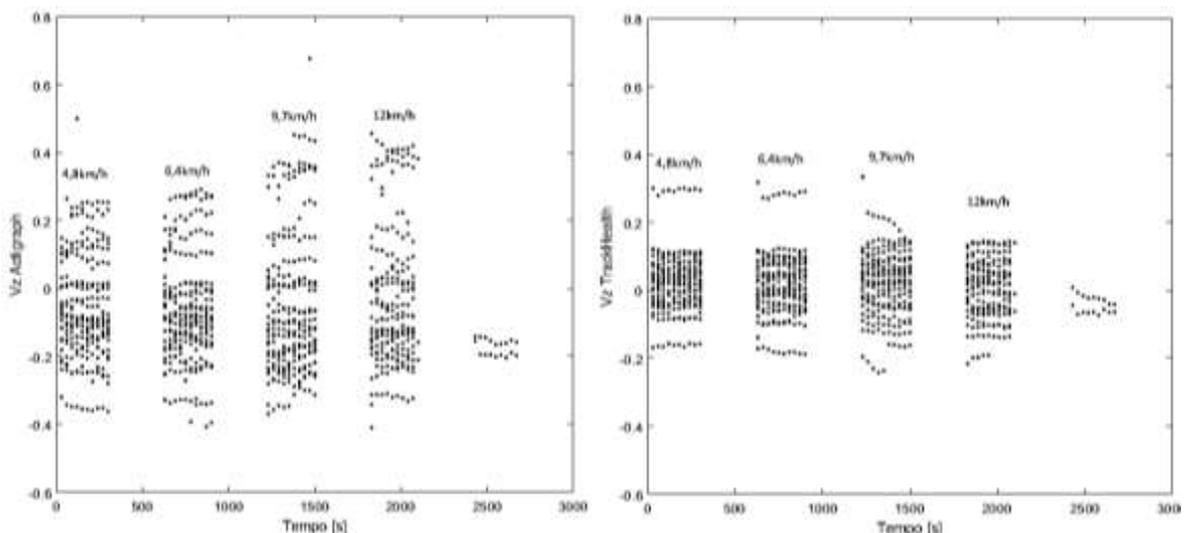


Vetor eixo y Actigraph

Vetor eixo y Trackhealth

Figura 6- Vetor do eixo y dos acelerômetros em g em função do tempo de execução em segundos. Fonte: Autor, 2019.

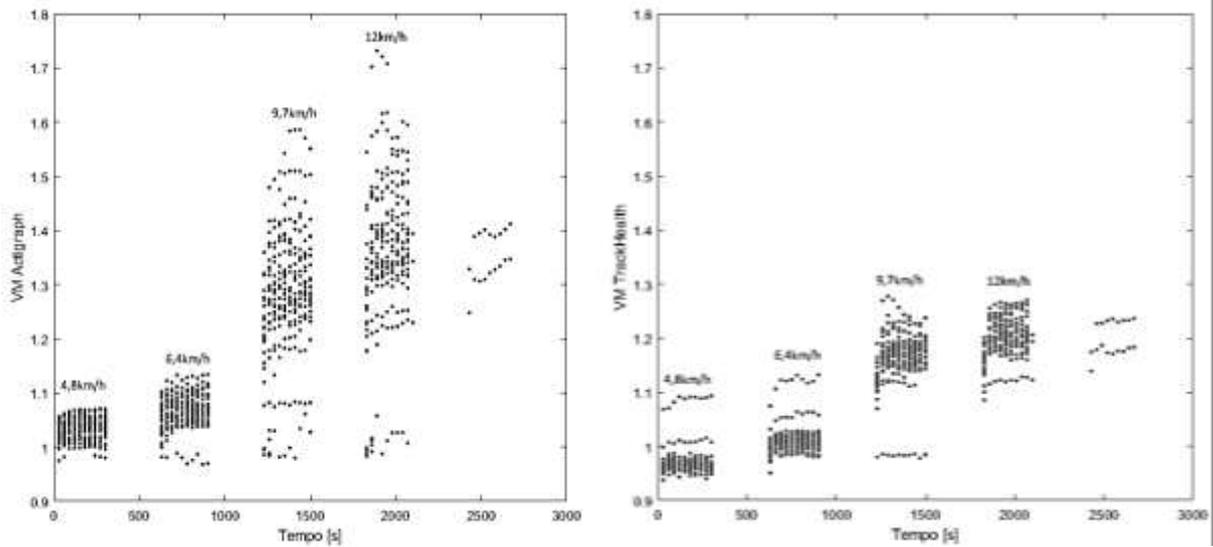
No eixo Z (figura 7) há maior comparabilidade dos valores encontrados de aceleração entre os dois dispositivos em função do tempo. Já em relação ao vetor magnitude (figura 8), mesmo com linearidade, os valores nos últimos recortes temporais apresentam maior discrepância (cerca de 0,35 g).



Vetor eixo z Actigraph

Vetor eixo z Trackhealth

Figura 7- Vetor do eixo z dos acelerômetros em g em função do tempo de execução em segundos. Fonte: Autor, 2019

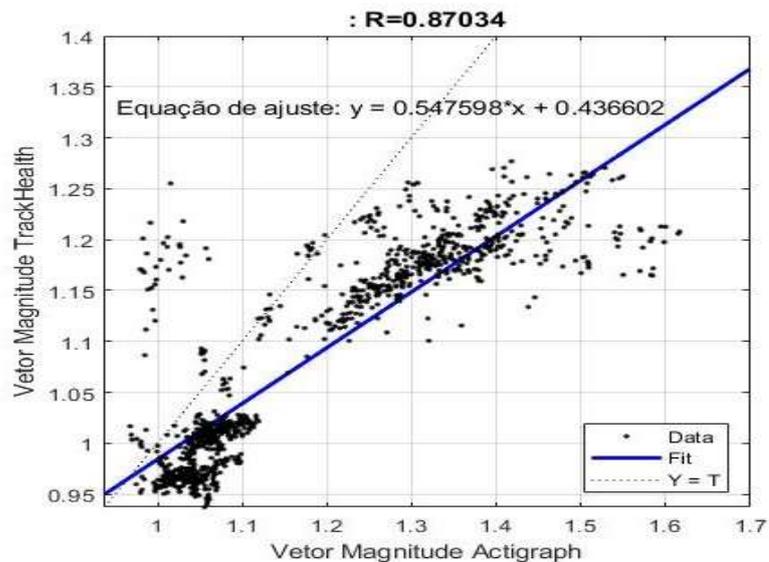


Vetor Magnitude Actigraph

Vetor Magnitude Trackhealth

Figura 8- Vetor Magnitude dos acelerômetros em g em função do tempo de execução em segundos. Fonte: Autor, 2019

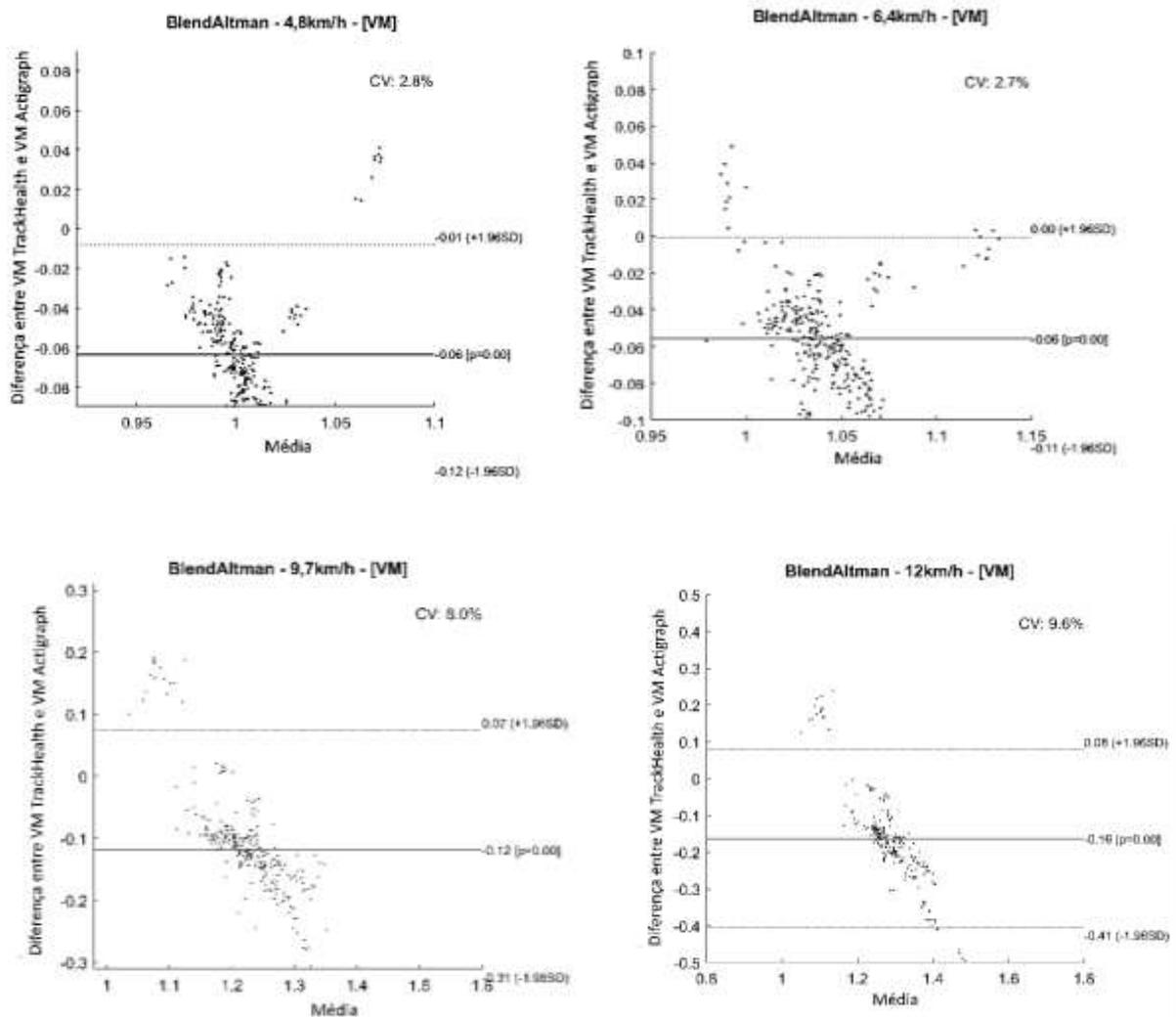
A figura 9 mostra que, ainda que haja progressão linear, como há uma diferença de sensibilidade entre os dois dispositivos, não é possível manter a proporcionalidade dos dados. No entanto, mesmo com a diferença, existe uma forte correlação ($r=87$).



r = Correlação de Pearson.

Figura 9- Regressão linear do vetor magnitude dos dispositivos TrackHealth e ActiGraph®. Fonte: Autor, 2019.

O gráfico de Bland Altman (figura 10) apresenta a média dos valores obtidos no vetor magnitude dos dois dispositivos nas quatro velocidades (4,8 km, 6,4 km, 9,8 km e 12 km) e mostrou uma concordância alta entre as primeiras velocidades com valores de coeficiente de variação (CV) 2,8% e CV: 2,7%), entretanto, nas ultimas velocidades houve fraca concordância entre eles, apresentando CV de 8,0% E CV: 9,6 % respectivamente admitindo um intervalo de confiança de 95%.



Vetor Magnitude dos acelerômetros (Intervalo do Confiança (IC) de 95%

Figura 10. Gráficos de Bland – Altman avaliando a concordância entre os dados brutos de atividade nas velocidades de 4,8km, 6,4km, 9,8km, 12km dos monitores, ActiGraph® e TrackHealth. Linhas pontilhadas representam limites de concordância de 95% ($\pm 1,96$ DP). Fonte: Autor, 2019.

DISCUSSÃO

Este estudo comparou os dados brutos de aceleração entre os monitores de atividade física ActiGraph® wGT3+ e TrackHealth durante a caminhada e corrida na esteira. Notou-se que o dispositivo TH apresentou melhor comportamento em relação à aceleração nas primeiras velocidades nos eixos x, z e o vetor magnitude, demonstrando que o dispositivo TH apresenta maior sensibilidade em relação à captação dos dados nas velocidades que representam atividades leves e moderadas em relação à predição da intensidade física conforme apresentado por Freedson (1998). No eixo y notou-se que houve uma discrepância entre os dispositivos em todas as velocidades.

A discrepância entre os monitores em acelerações brutas pode ser atribuída a inconsistências no processamento dos dados do dispositivo da ActiGraph® uma vez que no eixo y (figura 6) o comportamento pode estar relacionado a processos de filtragem proprietária. Há necessidade de investigações para determinar se fatores de correção podem ser aplicadas entre os dispositivos na geração de equivalência dos dados obtidos por acelerômetros, uma vez que correções podem acarretar em escalonamento exponencial da saída de um monitor para outro (JOHN et al., 2018). Porém, tal fator seria benéfico pois seria necessária maior transparência entre os fabricantes de acelerômetros ocasionando em uma redução das diferenças entre os monitores.

Outros fatores podem gerar diferenças entre monitores na aceleração bruta, a exemplo do processamento do sinal e a digitalização analógica, uma vez que o fabricante do acelerômetro ActiGraph® wGT3X+ oferece filtragem passa baixa pré-programada e programável pelo usuário (JOHN et al., 2018). Essas diferenças entre monitores na filtragem passa-baixa de sinais analógicos podem resultar em diferenças na aceleração. Fatores como diferenças no deslocamento zero-g, tensão de referência, conversão de taxa de bit analógico-digital também podem interferir diretamente na comparabilidade dos dispositivos de aceleração (MILLER, 2013).

Nos dados brutos de aceleração, embora a magnitude seja maior para o wGT3X+ do que para o TrackHealth, existe forte correlação dos dois monitores (figura 9). Portanto, pode ser possível aplicar algoritmos de classificação baseados em características de acelerações brutas desenvolvidas em um dispositivo para o outro, simplesmente aplicando uma conversão aos valores de aceleração medidos. A forte correlação entre as medidas ($r = 0,87$) pelo vetor magnitude das duas marcas

sugere que a aplicação de um fator de conversão apropriado deve tornar os valores intercambiáveis entre as duas marcas.

Ao analisar o gráfico de dispersão de Bland-Altman em relação aos vetores magnitudes dos dois dispositivos nas quatro velocidades, observa-se uma diferença em relação a concordância entre as acelerações geradas no teste de esteira (figura 10) em relação as velocidades finais. Tal resultado demonstra maior concentração no limite inferior do gráfico, sugerindo uma tendência de subestimação das acelerações em função do aumento da velocidade.

No entanto, não há como afirmar o dispositivo que esteja subestimando os valores de aceleração, uma vez que o processo de filtragem dos dispositivos de acelerometria possam utilizar algum tipo de filtragem proprietária mesmo na utilização de dados brutos (MATTHEW et al., 2012) impossibilitando a comparação direta entre os dispositivos. John et al. (2018) aponta há necessidade de consenso entre os especialistas de medidas da atividade física sobre os movimentos e características de sinal de aceleração relacionadas que sejam suficientes para representar uma etapa, devendo tal consenso ser utilizado para agilizar o desenvolvimento de uma metodologia de detecção de etapas de código aberto e não proprietária.

Entretanto foi possível perceber que o coeficiente de variação (CV) nas velocidades iniciais foi positivo, apresentando valores entre 2,8 e 2,7% demonstrando que o dispositivo apresenta maior concordância em relação ao dispositivo da Actigraph em atividades de menor intensidade, gerando discrepância entre as velocidades mais altas. Um estudo realizado Paul et al. (2007) também encontrou valores de CV entre 2- 3% demonstrando que é possível produzir valores de medias de grupos de AF precisas.

O dispositivo TH ainda necessita ajustar parâmetros no código para melhorar o desenvolvimento do algoritmo de tratamento dos dados. Esse fator colabora com a necessidade de criação de um software de leitura dos dados gerados durante a coleta uma vez que a produção muito alta de dados gerados necessita de um programa de tratamento de ruídos que são incorporados ao sinal e a plotagem desses resultados de maneira a facilitar a interpretação dos pesquisadores. Outro ponto que deve ser apontado é o fato do dispositivo estar em construção, uma vez

que a calibração com os dados metabólicos para predição dos níveis de atividade física ainda deve ser testada para a validação desse dispositivo.

De acordo com os resultados apresentados e aceitáveis não foi possível chegar ao nível de diferença menor que 5% nas velocidades finais em relação ao outro dispositivo o que mostra a necessidade de mais pesquisas utilizando o TrackHealth serem realizadas a fim de promover um dispositivo com mais fidedignidade e comparabilidade.

CONCLUSÃO

Foram encontradas diferenças entre o ActiGraph® wGT3X+ e o TrackHealth no que se refere às acelerações brutas durante velocidade de corrida em esteira. As descobertas sugerem à comunidade de pesquisa que pode ser irreal esperar uma equivalência completa de saídas entre monitores. Entretanto, o dispositivo irá passar por diversas etapas no processo de refinamento, e será necessário a criação de software de leitura e tratamento dos dados, sendo também necessário a realização de projetos pilotos para testar a durabilidade do aparelho em diferentes situações.

Como limitações potenciais podemos considerar termos disponível somente um dispositivo TrackHealth, que foi produzido para a pesquisa, enquanto haviam cinco unidades do ActiGraph®. Isso resulta em um problema aberto para comparar os resultados entre acelerômetros TrackHealth da mesma geração. Outra limitação foi a amostra para aplicação do protocolo de caminhada e corrida (30 sujeitos), o que diminui o poder de inferência.

Destarte, é sugerido que estudos de calibração dos dispositivos que estão sendo comercializados possam ser conduzidos para esclarecer aspectos de filtragem proprietária dos dados para garantir maior comparabilidade entre os dispositivos de acelerometria a fim de padronizar esse processo.

REFERÊNCIAS

BASSETT, D. R. et al. Accelerometer-based physical activity: total volume per day and standardized measures. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 47, n. 4, p. 833–838, abr. 2015.

CHEN, K. Y.; BASSETT, D. R. The Technology of Accelerometry-Based Activity Monitors: Current and Future: **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 37, n. Supplement, p. S490–S500, nov. 2005.

FREEDSON P.S, MELANSON, E. SIRARD, J. Calibration of the Computer Science Applications, Inc. accelerometer. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 30, n. 5, p. 777–81, 1988.

JOHN, D. et al. “What Is a Step?” Differences in How a Step Is Detected among Three Popular Activity Monitors That Have Impacted Physical Activity Research. **Sensors (Basel, Switzerland)**, v. 18, n. 4, 15 abr. 2018.

KOZEY, S.L.; STAUDENMAYER, J.W.; TROIANO, R.P.; FREEDSON, P.S. Comparison of the ActiGraph 7164 and the ActiGraph GT1M during self-paced locomotion. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. 42(5):971–6. 2010.

KNUTH, et al. Description of the countrywide physical activity network coordinated by the Brazilian Ministry of Health: 2005-2008. **J Phys Act Health**. 2010 Jul;v. 7, n. Suppl 2, p. 253-258, Jul, 2010.

MATTHEW, C. E. Calibration of Accelerometer Output for Adults: **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v. 37, n. Supplement, p. S512–S522, nov. 2005.

RIED-LARSEN, M.; BRØND, J.C.; BRAGE, S.; HANSEN, B.H.; GRYDELAND, M.; ANDERSEN, L.B. Mechanical and free living comparisons of four generations of the Actigraph activity monitor. **Int J Behav Nutr Phys Act**.v.9, n.113, 2012.

MILLER, J. Accelerometer Technologies, Specifications and Limitations. In Proceedings of International Conference on Ambulatory Monitoring and Physical Activity Measurement, Amherst, MA, USA, 17–19 June 2013.

MONTOYE, A. H. K. et al. Reporting accelerometer methods in physical activity intervention studies: a systematic review and recommendations for authors. **British Journal of Sports Medicine**, v. 52, n. 23, p. 1507–1516, dez. 2018.

MOTL R.W, SNOOK E.M, AGIOVLASITIS S., SUH Y. Calibration of accelerometer output for ambulatory adults with multiple sclerosis. **Arch Phys Med Rehabil**. 2009;90(10):1778–84.

RUIZ, J. R. et al. Objectively measured physical activity and sedentary time in European adolescents: the HELENA study. **American Journal of Epidemiology**, v. 174, n. 2, p. 173–184, 15 jul. 2011.

SASAKI JE, DA SILVA KS, DA COSTA BGG, JOHN D. Measurement of Physical Activity Using Accelerometers. In: Computer-Assisted and Web-Based Innovations in Psychology, Special Education, and Health. 1st ed. Academic Press; 2016. p. 33–60.

SASAKI, J. E. et al. Measurement of Physical Activity Using Accelerometers. In: Computer-Assisted and Web-based Innovations in Psychology, Special Education, and Health. [s.l.] **Elsevier**. p. 33–60. 2016.

SASAKI, J. E.; JOHN, D.; FREEDSON, P. S. Validation and comparison of ActiGraph activity monitors. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 14, n. 5, p. 411–416, set. 2011.

SILVA I., SASAKI J., GONÇALVES P. Mensuração da atividade física e tempo sedentário por meio de acelerômetros: cenário atual, perspectivas e demandas futuras. **Rev Bras Atividade Física Saúde**. 2016;21(4):293–6.

SERRA MC, BALRAJ E, DISANZO BL, et al. Validating accelerometry as a measure of physical activity and energy expenditure in chronic stroke. **Top Stroke Rehabil**. 2016.

ROWLANDS A, STONE M, ESTON R. Influence of speed and step frequency during walking and running on motion sensor output. **Med Sci Sports and Exerc** 2007;39(4):716–27.a\

ROWLANDS, A. V. et al. Comparability of measured acceleration from accelerometry-based activity monitors. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 47, n. 1, p. 201–210, jan. 2015.

VAN HEES, V.T.; GORZELNIAK, L.; DEAN LEON, E.C.; EDER, M., PIAS, M.; TAHERIAN, S. Separating movement and gravity components in an acceleration signal and implications for the assessment of human daily Intensity Thresholds on Raw Acceleration Data physical activity. **PLoS One**. 2013.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao realizar o presente estudo foi possível verificar que existem lacunas no que se refere à predição da atividade física, já que a identificação da intensidade, duração e a frequência dessa é importante, pois, a partir dessas variáveis é possível compreender o comportamento de diferentes populações e propor intervenções. Portanto, é essencial que novos estudos sejam elaborados a fim de fornecer uma padronização objetiva da atividade física para que os trabalhos que utilizarem essa variável possam gerar resultados confiáveis e que interfiram positivamente nas intervenções na qualidade de vida e saúde dos indivíduos.

A acelerometria tem sido amplamente utilizada para medir esses dados durante a atividade física, porém, sua utilização fica limitada ao uso de dispositivos que precisam ser importados, o que nem sempre são viáveis, o que resulta na utilização de outros métodos de coleta de dados.

A partir disso, a proposta de validação do sensor de movimento TrackHealth é uma alternativa para que seja disponibilizado um dispositivo compatível ao que já é o mais utilizado, o ActiGraph® wGT3X+, e que seja financeiramente acessível, já que possui baixo custo em relação ao importado.

Entretanto o estudo apresentou algumas limitações na testagem de um protótipo, sendo assim alguns fatores devem ser apontados para o desenvolvimento de um dispositivo de aceleração com maior fidedignidade e comparabilidade com outros dispositivos, melhoras em relação ao código de processamento de dados e de leitura de dados coletados (software) devem ser realizadas, questões relacionadas a durabilidade e a calibração com equivalentes metabólicos para predicação da atividade física tem sido pensadas para a continuação desse projeto.

REFERÊNCIAS

BUTTE, N. F.; EKELUND, U.; WESTERTERP, K. R. Assessing Physical Activity Using Wearable Monitors: Measures of Physical Activity. **Medicine and science of sports and exercise**, v. 44, v. 1 Suppl, p. S5–S12, 2012.

COOPER, K. H. A means of assessing maximal oxygen intake: correlation between field and treadmill testing. **JAMA**, Chicago, v. 203, n. 3, p. 201-204, Jan. 1968. Disponível em: <<https://jamanetwork.com/journals/jama/article-abstract/337382>>. Acesso em: 15 dez. 2018.

CHEN, K. Y.; BASSETT, D. R. The Technology of Accelerometry-Based Activity Monitors: Current and Future: **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 37, n. Supplement, p. S490–S500, nov. 2005.

CHEN, K.Y.; JANZ, K.F.; ZHU, W.; BRYCHTA, R.J. Redefining the roles of sensors in objective physical activity monitoring. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. 44 Suppl 1:13–23. 2012.

CORDER, K.; EKELUND, U.; STEELE, R. M.; WAREHAM, N.J.; BRAGE, S. Assessment of physical activity in youth. **J Appl Physiol**.105:977–87. 2008.

CROUTER, S. E.; KUFFEL, E.; HAAS, J. D.; FRONGILLO, E. A.; BASSETT, D. R., JR. Refined tworegression model for the ActiGraph accelerometer. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v. 42, n. 5, p. 1029-1037, 2010.

CROUTER, S.E.; DELLAVALLE, D.M.; HAAS, J.D.; FROGILLO, E.A.; BASSETT, D.R. Validity of Actigraph 2-regression model, Matthews Cut-points, and NHANES cut-points for assessing free-living physical activity. **J Phys Act Health**. 10:504–14. 2013.

DANIEL, C. R. & BATTISTELLA, L. R. Validation of accelerometry for measuring energy expenditure: a systematic review. **Acta Fisiátrica**. v.21, n. 2, 2014.

IBGE. **Brasil / Minas Gerais / Uberaba**: panorama. 2018. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/uberaba/panorama>>. Acesso em: 23 jul. 2018.

HANNAM, K.; DEERE, K. C.; HARTLEY, A.; CLARK, E. M.; COULSON, J.; IRELAND, A.; TOBIAS, J. H. A novel accelerometer-based method to describe day-to-day exposure to potentially osteogenic vertical impacts in older adults: findings from a multi-cohort study. **Osteoporosis International**, v. 28, n. 3, p.1001–1011, 2016.

John, D.; Freedson, P. ActiGraph and Actical physical activity monitors: A peek under the hood. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. 44, 86–89. 2012.

KAVANAGH, J. J.; MENZ, H. B. Accelerometry: a technique for quantifying movement patterns during walking. **Gait & posture**. v.28, p. 1-15, 2008.

KOZEY, S.L.; STAUDENMAYER, J.W.; TROIANO, R.P.; FREEDSON, P.S. Comparison of the ActiGraph 7164 and the ActiGraph GT1M during self-paced locomotion. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. 42(5):971–6. 2010.

MATTHEW, C. E. Calibration of Accelerometer Output for Adults: **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v. 37, n. Supplement, p. S512–S522, nov. 2005.

RIED-LARSEN, M.; BRØND, J.C.; BRAGE, S.; HANSEN, B.H.; GRYDELAND, M.; ANDERSEN, L.B. Mechanical and free living comparisons of four generations of the Actigraph activity monitor. **Int J Behav Nutr Phys Act**.v.9, n.113, 2012.

RIDGERS, N.; FAIRCLOUGH, S. Assessing Physical Activity Using Accelerometry: Practical Issues for Researchers and Practitioners. **European Journal of Sports Science**, v.11, n.3, p. 205-213, may. 2011

SASAKI, J. E. et al. Measurement of Physical Activity Using Accelerometers. In: Computer-Assisted and Web-based Innovations in Psychology, Special Education, and Health. [s.l.] **Elsevier**. p. 33–60. 2016.

SASAKI, J. E.; JOHN, D.; FREEDSON, P. S. Validation and comparison of ActiGraph activity monitors. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 14, n. 5, p. 411–416, set. 2011.

STRAITON, N.; ALHARBI, M.; BAUMAN, A.; NEUBECK, L.; GULLICK, J.; BHINDI, R., & GALLAGHER, R. The validity and reliability of consumer-grade activity trackers in older, community-dwelling adults: A systematic review. **Elsevier**, v. 112, p. 85–93, 2018.

TORQUATO et al. Comparação do nível de atividade física medido por acelerômetro e questionário iPaQ em idosos. **Rev Bras Ativ Fís Saúde**, v. 21, n. 2, p.144-15, 2016.

TROST, S. G.; MCIVER, K. L.; PATE, R. R. Conducting Accelerometer-Based Activity Assessments in Field-Based Research: **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 37, n. Supplement, p. S531–S543, nov. 2005.

TROST, S, G.; LOPRINZI, P. D.; MOORE, R.; PFEIFFER, K. A. Comparison of accelerometer cut points for predicting activity intensity in youth. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 43, v.7, p. 1360-1368, 2011.

TROST, S.G.; O'NEIL, M. Clinical use of objective measures of physical activity. **Br J Sports Med**. 48:178–81. 2014.

VAN HEES, V.T.; GORZELNIAK, L.; DEAN LEON, E.C.; EDER, M., PIAS, M.; TAHERIAN, S. Separating movement and gravity components in an acceleration signal and implications for the assessment of human daily Intensity Thresholds on Raw Acceleration Data physical activity. **PLoS One**. 2013.

WARREN, J. M.; EKELUND, U.; BESSON, H.; MEZZANI, A.; GELADAS, N.; VANHEES, L. Assessment of physical activity - a review of methodologies with reference to epidemiological research: a report of the exercise physiology section of the European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. **Journal of the European Society of Cardiology, Working Groups on Epidemiology & Prevention and Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology**, v.17, n.2,p. 127-139, 2010.

ANEXO A



Universidade Federal do Triângulo Mineiro
Programa de Pós-Graduação em Educação Física
Av. Tutunas nº 490, Bairro Tutunas – CEP 38.061-500 – Uberaba/MG
(34) 3700-6633

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

ESCLARECIMENTO

Convidamos você a participar da pesquisa: VALIDAÇÃO DO MONITOR DE ATIVIDADE FÍSICA TRACKHEALTH. O objetivo desta pesquisa é a comparação de dados de *acelerometria* do dispositivo *TrackHealth*® com o *ActiGraph*® durante o protocolo de caminhada e corrida na esteira. E como objetivo secundário desenvolver um ponto de corte para classificação da intensidade de atividade física.

Os avanços na área da saúde ocorrem através de estudos como este, por isso a sua participação é importante.

Caso você aceite participar desta pesquisa será necessário realizar um teste de caminhada (a 4.8 e 6.4 km h¹) e corrida (9,7 e 12 km h¹) utilizando um (calorímetro) que estima a Taxa Metabólica Basal (TMB) através do Consumo de Oxigênio (VO₂) e os acelerômetros através de uma fita ajustável contendo os dispositivos em torno do quadril. O dispositivo *TrackHealth*® será posicionado na linha axilar anterior do lado não dominante enquanto o dispositivo *ActiGraph GT3X*® estará adjacente. Ao final de cada velocidade a cinta contendo os acelerômetros continuarão no participante. Haverá 5 (cinco) minutos de descanso entre cada velocidade. Serão computados para análise os dados dos participantes que ultrapassarem um minuto em cada velocidade, no laboratório de desempenho humano do Programa de Pós-Graduação em Educação Física (PPGEF) da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM) situado na cidade de Uberaba MG, situado na Avenida Tutunas nº

420, com tempo estimado de aproximadamente 60 (sessenta) minutos para realização do protocolo da pesquisa, na data a ser definida mediante disponibilidade do participante. Contudo antes do início dos testes o participante deverá estar sem a prática de exercícios físicos e jejum de pelo menos quatro horas.

Os riscos desta pesquisa são: Acredita-se que não haja a possibilidade de dano físico, psíquico, moral, intelectual, social ou cultural do ser humano na aplicação do protocolo da pesquisa ou decorrente dela. As aplicações dos procedimentos metodológicos propostos serão realizados pelo pesquisador e por sua equipe de trabalho devidamente treinada e capacitada, o que conduz à nossa expectativa de não ocorrência de desconfortos e constrangimentos. Frente a ocorrência de algum dano físico, psíquico, moral, intelectual, social ou cultural em algum voluntário, o mesmo terá o apoio do pesquisador e de sua equipe envolvidos no estudo. Para minimizar os riscos serão tomadas as seguintes providências, como no teste de esteira, caso o participante sinta mal estar, esse será orientado a interromper imediatamente o teste; na ocorrência de algum quadro agudo, será contatado o Serviço de Atendimento Móvel Emergencial para o atendimento do participante na Unidade Pronto Atendimento mais próxima. Espera-se que de sua participação na pesquisa irá somar para a sociedade, validando um dispositivo de baixo custo que poderá ser utilizado por instituições e pesquisadores de maneira a contribuir para estudos envolvendo os indivíduos da sociedade de maneira geral, apontando problemas para discussão de possíveis soluções.

Você poderá obter quaisquer informações relacionadas a sua participação nesta pesquisa, a qualquer momento que desejar, por meio dos pesquisadores do estudo. Sua participação é voluntária, e em decorrência dela você não receberá qualquer valor em dinheiro. Você não terá nenhum gasto por participar nesse estudo, pois qualquer gasto que você tenha por causa dessa pesquisa lhe será ressarcido. Você poderá não participar do estudo, ou se retirar a qualquer momento, sem que haja qualquer constrangimento junto aos pesquisadores, ou prejuízo quanto suas atividades normais, bastando você dizer ao pesquisador que lhe entregou este documento. Você não será identificado neste estudo, pois a sua identidade será de conhecimento apenas dos pesquisadores da pesquisa, sendo garantido o seu sigilo e privacidade. Você tem direito a requerer indenização diante de eventuais danos que você sofra em decorrência dessa pesquisa.

Contato dos pesquisadores:

Pesquisador(es):

Nome: Ricardo Ansaloni de Oliveira

E-mail: ricardo_ansaloni@hotmail.com

Telefone: 64 98115-4653

Endereço: Avenida Tutunas nº 420 Uberaba MG

Nome: Jair Sindra Virtuoso Junior

E-mail: jair@ef.uftm.edu.br

Telefone: 34 99105-5979

Endereço: Avenida Tutunas nº 420 Uberaba MG

Em caso de dúvida em relação a esse documento, favor entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, pelo telefone (34) 3700-6803, ou no endereço Rua Conde Prados, 191, Bairro Nossa Senhora da Abadia – Uberaba – MG – de segunda a sexta-feira, das 08:00 às 11:30 e das 13:00 às 17:30. Os Comitês de Ética em Pesquisa são colegiados criados para defender os interesses dos participantes de pesquisas, quanto a sua integridade e dignidade, e contribuir no desenvolvimento das pesquisas dentro dos padrões éticos.

ANEXO B
CONSENTIMENTO LIVRE, APÓS ESCLARECIMENTO

TÍTULO DA PESQUISA:

Eu, _____, li e/ou ouvi o esclarecimento acima e compreendi para que serve o estudo e a quais procedimentos serei submetido. A explicação que recebi esclarece os riscos e benefícios do estudo. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento, sem justificar minha decisão e que isso não afetará o estudo. Sei que meu nome não será divulgado, que não terei despesas e não receberei dinheiro para participar do estudo. Concordo em participar do estudo, VALIDAÇÃO DO MONITOR DE ATIVIDADE FÍSICA TRACKHEALTH® e receberei uma via assinada deste documento.

Uberaba,//.....

Assinatura do participante

Assinatura do pesquisador responsável

Assinatura do pesquisador assistente

Telefone de contato dos pesquisadores:

Ricardo Ansaloni de Oliveira Tel: 64 98115-4653

Jair Sindra Virtuoso Junior Tel: 34 99105-5979

